

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND
 DEUTSCHES PATENTAMT



Offenlegungsschrift 1 595 496

Aktenzeichen: P 15 95 496.8 (D 49787)

Anmeldetag: 5. April 1966

Offenlegungstag: 30. April 1970

Ausstellungsriorität:

Unionspriorität:

Datum:

Land:

Aktenzeichen:

Bezeichnung:

Verfahren zur Herstellung von warmverformbaren Polyamidmassen

Zusatz zu:

Ausscheidung aus:

Anmelder:

Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt vormals Roessler,
 6000 Frankfurt

Vertreter:

Als Erfinder benannt: Amann, Dipl.-Chem. Dr. Herbert, 6454 Großauheim;
 Bäder, Dipl.-Chem. Dr. Erich, 6450 Hanau

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): 8. 7. 1969
 Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

DT 1 595 496

ORIGINAL INSPECTED



DEUTSCHE GOLD- UND SILBER-SCHEIDEANSTALT VORMALS ROESSLER
Frankfurt am Main, Weissenfrauenstrasse 9

Dr. Expl.

Verfahren zur Herstellung von warmverformbaren Polyamidmassen

Es ist bekannt, den thermischen Erweichungsbereich von Polycaprolactamen durch Cokondensation oder alkalische Copolymerisation mit anderen Lactamen zu vergrössern. Um für die Warmformung einen genügend grossen Bereich zu erhalten, sind jedoch relativ grosse Mengen an Comonomeren notwendig, wodurch eine erheblich geringere Festigkeit und Chemikalienbeständigkeit sowie eine erhöhte Wasseraufnahme bewirkt werden. Besonders nachteilig fällt die geringe Wärmebeständigkeit der hergestellten Formkörper ins Gewicht. Werden nämlich warmgeformte Teile, die auf diese Art hergestellt worden sind, erneut erwärmt, so tritt in einem von der chemischen Zusammensetzung des Polyamidteiles abhängigen Temperaturbereich eine Rückformung ein.

Ferner ist es bekannt, hochelastische Polyamidformkörper dadurch herzustellen, dass man auf Polyamide, die durch sikalische Polymerisation von Lactamen in Gegenwart von bis zu 20 % Vernetzungsmitteln hergestellt worden sind, lösend oder quellend wirkende Stoffe einwirken lässt. Solche Produkte sind bei Raumtemperatur gummiähnlich und damit für die Warmformung nicht geeignet (DAS 1 166 464).

Es wurde nun gefunden, dass man warmverformbare, einen Erweichungsbereich von mindestens 20° C aufweisende Polyamidmassen durch Copolymerisation bzw. Cokondensation von Lactamen mit 6 bis 12 C-Atomen im Lactamring in Gegenwart von Wasser,



Säuren oder alkalischen Katalysatoren und Aktivatoren und gegebenenfalls Vernetzern herstellen kann, wenn man Gemische polymerisiert, die zu etwa 80 bis etwa 98 Gew.-% aus Caprolactam und zu etwa 2 bis etwa 20 Gew.-% aus mindestens einem Lactam mit 7 bis 12 C-Atomen im Lactamring als Comonomere und gegebenenfalls Vernetzer besteht, wobei die Polymerisation bei Anwesenheit von mehr als etwa 5 Gew.-%, vorzugsweise von mehr als etwa 10 Gew.-%, an Comonomeren auch in Abwesenheit eines Vernetzers erfolgen kann.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren werden Massen erhalten, die infolge ihres grossen Erweichungsbereiches, z.B. durch Extrusion oder insbesondere durch Tiefziehen, besonders einfach weiter verarbeitet werden können. Die erhältlichen Produkte, beispielsweise die aus den Massen hergestellten Formkörper, zeigen praktisch keine Verschlechterung der physikalischen Eigenschaften, wie Festigkeit, Chemikalienbeständigkeit und Wasseraufnahme.

Bevorzugt lenkt man die Polymerisation in an sich bekannter Weise so, dass Polymerivate entstehen, die sehr schwer löslich oder unlöslich sind. Die noch löslichen Produkte sollen vorzugsweise einen K-Wert von mindestens 120 haben, gemessen an 0,5 %igen Lösungen in Ameisensäure (Fikentscher, Cellulosechemie, 13 (1932) 60). Wenn das oder die Comonomeren in Mengen von weniger als 10 Gew.-%, insbesondere von weniger als etwa 5 Gew.-%, im Ausgangsgemisch vorhanden sind, ist die Mitverwendung eines Vernetzers vorteilhaft. Sind die Comonomeren in Mengen von mehr als 10 Gew.-% vorhanden, so kann auch in Abwesenheit eines Vernetzers gearbeitet werden. In diesem



Fälle können Polymerivate mit den gewünschten Eigenschaften auch durch das Einhalten von relativ geringen Katalysator- und Aktivatorkonzentrationen hergestellt werden. Hierunter werden Mengen verstanden, die zwischen etwa 0,1 und etwa 0,5 Mol-% liegen, während die normalerweise in Frage kommenden Katalysator- und Aktivatormengen zwischen etwa 0,5 und etwa 1 Mol-% liegen.

Beispielsweise kann man bei der praktischen Durchführung des Verfahrens so vorgehen, dass man Cokondensate mit einem grossen Erweichungsbereich herstellt und diese zu Platten extrudiert, die sich in einfacher Weise durch Tiefziehen verformen lassen. Desgleichen kann man auch Hohlkörper durch Blasen herstellen.

Vorteilhaft ist, das erfindungsgemäße Verfahren so durchzuführen, dass die Polymerisation in einer Form unter Bildung einer Platte erfolgt. Die erhaltenen Platten können dann direkt unter Erwärmen, vorzugsweise durch Tiefziehen, Pressen oder Blasen weiter verformt werden.

Als alkalische Katalysatoren können in an sich bekannter Weise die Alkalimetalle oder deren Lactamsalze eingesetzt werden. Ferner kommen auch Grignard-Verbindungen oder Organometall-Verbindungen, wie Butyllithium, Triäthylaluminium usw., in Frage. Als Cokatalysatoren bzw. Aktivatoren werden Isocyanate, Harnstoffderivate und Cyclobutandion-1,3-derivate bevorzugt verwendet. Daneben kann man auch Carbodiimide, Carbaminsäure-derivate, N-Diarylamine usw., einsetzen.

Als Vernetzer können z.B. Methylen-bis-caprolactam oder Triisocyanate eingesetzt werden. Es empfiehlt sich, den Vernetzer in Mengen von etwa 0,5 Gew.-% bis etwa 7 Gew.-%, bezogen auf den Gesamtansatz, zu verwenden. Im allgemeinen werden Mengen von etwa 10 Gew.-% nicht überschritten.

Beispiel 1:

85 Teile Caprolactam, 10 Teile Laurinlactam und 5 Teile Methylen-bis-caprolactam werden mit 0,2 Teilen Natrium und 1 Teil Hexamethylen-1,6-diisocyanat in an sich bekannter Weise in einer Form zu einer 2,5 mm dicken Polyamidplatte polymerisiert. Der Erweichungsbereich der Platte liegt zwischen 189 und 295° C. Die auf ein Mass von 300 x 200 mm zugeschnittene Platte wird in den Rahmen einer Vakuumtiefziehmaschine eingespannt und mittels Infrarotstrahlern 2 Minuten lang aufgeheizt. Die Heizleistung der Strahler beträgt 150 W/dm² für die obere, 90 W/dm² für die untere Heizung, ihre Abstände von der Polyamidplatte betragen 200 bzw. 90 mm. Die thermoplastische Platte wird dann durch Anlegen eines Vakuums von 0,95 atü in eine Negativform gezogen, deren Abmessungen 78 mm betragen. Die Verformung ist einwandfrei.

Bei erneutem Erwärmen auf 150° C tritt keine nennenswerte Rückformung ein. Das Formteil wird von Ameisensäure oder m-Kresol nicht gelöst, sondern nur angequollen.

Beispiel 2:

89 Teile Caprolactam, 10 Teile Laurinlactam, 1 Teil Methylen-bis-caprolactam werden mit 0,043 Teilen Natrium und 0,24 Teilen Hexamethylen-1,6-diisocyanat in an sich bekannter Weise in einer Form zu einer 3 mm dicken Polyamidplatte polymerisiert.

Der Erweichungsbereich der Platte liegt zwischen 203 und 250° C. Die Platte wird, wie im Beispiel 1 angegeben, erwärmt und verformt. Die Heizzeit beträgt 145 sec. Die Verformung ist einwandfrei.

Eine nennenswerte Rückformung tritt nur bei Temperaturen über 150 bis 160° C ein. Das Formteil nimmt maximal nur etwa 8 % Wasser auf.

Beispiel 3:

97 Teile Caprolactam und 3 Teile Methylen-bis-caprolactam werden mit 0,2 Teilen Natrium und 1 Teil Hexamethylen-1,6-diisocyanat in bekannter Weise zu einer 3,5 mm dicken Polyamidplatte polymerisiert. Der Erweichungsbereich der Platte liegt zwischen 209 und 250° C. Die Platte wird, wie im Beispiel 1 angegeben, erwärmt und verformt. Die Heizzeit beträgt 160 sec. Die Verformung ist einwandfrei.

Eine nennenswerte Rückformung tritt erst bei Temperaturen über 150 bis 160° C ein.

Beispiel 4:

90 Teile Caprolactam und 10 Teile Laurinlactam werden mit 0,2 Teilen Natrium und 1,6 Teilen Triphenylmethan,4,4',4"-trilisocyanat in bekannter Weise in einer Form zu einer 2,5 mm dicken Platte polymerisiert. Der Erweichungsbereich der Platte liegt zwischen 200 und 240° C. Die Platte wird auf ein Mass von 370 x 250 mm zugeschnitten und dann in den Rahmen einer Vakuumtiefziehmaschine eingespannt. Das Aufheizen erfolgt durch Infrarotstrahler mit 260 W/dm^2 Heizleistung, die 200 mm über

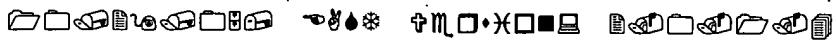
dem Rahmen angeordnet sind. Nach 120 sec. Bestrahlungsdauer wird die Platte gewendet und auf der anderen Seite nochmals 70 sec. bestrahlt. Anschliessend wird die thermoelastische Platte durch Evakuieren über eine Positivform gezogen, welche die Abmessungen 300 x 120 x 100 mm besitzt. Die Verformung ist einwandfrei.

Das Formteil ist in den üblichen Polyamidlösungsmitteln, wie Ameisensäure, Schwefelsäure oder *m*-Kresol, nicht löslich, sondern nur quellbar.

In den obigen Beispielen wurde die Warmformung durch Vakuum-tiefziehen unter Beheizung der zu verformenden Polyamidplatten mit Infrarot-Strahlern vorgenommen. Selbstverständlich kann die Erwärmung auch in jeder beliebigen anderen Art erfolgen, vorausgesetzt, dass die Heizzeit möglichst kurz ist, so dass sich die schädlichen Einflüsse des Luftsauerstoffs noch nicht bemerkbar machen können. So können die Polyamidplatten beispielsweise zwischen beheizten Metallplatten, in Bäder von flüssigen Metallen oder auch mittels einer Hochfrequenzheizung angewärmt werden. Die Verformung kann anstatt durch Evakuieren auch mit Druckluft oder mittels eines Stempels vorgenommen werden.

Beispiel 5:

90 Gew.-Teile Caprolactam, 5 Gew.-Teile Capryllactam und 5 Gew.-Teile Laurinlactam werden mit 0,043 Gew.-Teile Natrium und 0,24 Teile Hexamethylen-1,6-diisocyanat zu einer 3 mm dicken Polyamidplatte polymerisiert. Das Polymerisat hat ein sehr hohes Molekulargewicht, denn es wird von Ameisensäure nicht gelöst, sondern nur stark angequollen. Im Temperatur-

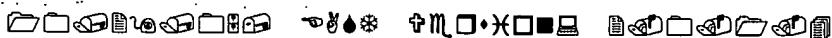


bereich von 205 bis 255° C ist die Platte thermoplastisch und kann mittels eines Stempels leicht verformt werden. Das Formteil zeichnet sich durch hohe Zähigkeit aus. Beim Erwärmen auf 150 bis 160° C tritt keine nennenswerte Rückformung ein.

Beispiel 6:

88 Gew.-Teile Caprolactam, 10 Gew.-Teile Laurinlactam und 2 Gew.-Teile Methylen-bis-caprolactam werden in Gegenwart von 0,5 % ortho-Phosphorsäure unter sorgfältigem Ausschluss von Luftsauerstoff 24 Stunden bei 270° C polymerisiert. Man erhält ein Produkt, das sich in Ameisensäure unter gelindem Erwärmen löst. Viskositätsmessungen an 0,5 %igen Lösungen ergeben einen k -Wert von 156.

Das Polymerisat hat einen grossen Erweichungsbereich von 201 bis 265° C. Der Schmelzindex beträgt 20 g/min. bei 230° C und 5 kp Belastung.



P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Verfahren zur Herstellung von warmverformbaren, einen Erweichungsbereich von mindestens 20° C aufweisenden Polyamidmassen durch Copolymerisation bzw. Kokondensation von Lactamen mit 6 bis 12 C-Atomen im Lactamring in Gegenwart von Wasser, sauren oder alkalischen Katalysatoren und Aktivatoren und gegebenenfalls Vernetzern, dadurch gekennzeichnet, dass man Gemische polymerisiert, die zu etwa 80 bis etwa 98 Gew.-% aus Caprolactam und zu etwa 2 bis etwa 20 Gew.-% aus mindestens einem Lactam mit 7 bis 12 C-Atomen im Lactamring als Comonomere und gegebenenfalls Vernetzer besteht, wobei die Polymerisation bei Anwesenheit von mehr als etwa 5 Gew.-%, vorzugsweise von mehr als etwa 10 Gew.-%, an Comonomeren auch in Abwesenheit eines Vernetzers erfolgen kann.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man den Vernetzer in Mengen von etwa 0,5 Gew.-% bis etwa 7 Gew.-% verwendet.

4.4.1966
Dr. No/Ha

BAD ORIGINAL

009818/1793

□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□

PTO 05-6165

German Patent No.: 1 595 496

**PROCESS FOR THE MANUFACTURE OF THERMALLY DEFORMABLE POLYAMIDE
COMPOSITIONS**

Dr. Herbert Amann and Dr. Erich Bäder

**UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
WASHINGTON, D.C. SEPTEMBER 2005
TRANSLATED BY THE MCELROY TRANSLATION COMPANY**

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY
GERMAN PATENT OFFICE
PATENT NO. 1 595 496
(Offenlegungsschrift)

Int. Cl.: C 08 g 20/10
German Cl.: 39 b 5 20/10
Filing No.: P15 95 496.8 (D 49787)
Filing Date: April 5, 1966
Date Laid Open to Public Inspection: April 30, 1970

PROCESS FOR THE MANUFACTURE OF THERMALLY DEFORMABLE POLYAMIDE
COMPOSITIONS

[Verfahren zur Herstellung von warmverformbaren Polyamidmassen]

Inventors: Dr. Herbert Amann and
Dr. Erich Bäder

Applicant: Deutsche Gold-und
Silber-Scheideanstalt (formerly
Roessler)

Notification in accordance with Art. 7 § 1 Paragraph 2, No. 1 of the Law of September 4, 1967 (BGBl. I page 960): July 8, 1969

A request for examination has been filed in accordance with § 28 b of the Law on Patents

It is known that the thermal softening range of polycaprolactams can be enlarged by means of cocondensation or alkaline copolymerization with other lactams. However, relatively large quantities of comonomers are necessary in order to obtain a satisfactorily large range for such thermal deformation, as a result of which a considerably lower strength and resistance to chemicals, and an increased water uptake are produced. The low thermal stability of the molded objects that are manufactured is found to be especially disadvantageous. If thermally molded

components, which had been manufactured in this way, are reheated, then deformation sets in a temperature range that is dependent on the chemical composition of the polyamide component.

It is also known that highly elastic polyamide molded objects can be manufactured by allowing substances, which act in a dissolving or swelling manner, to act on polyamides that had been manufactured by means of the alkaline polymerization of lactams in the presence of up to 20% of cross-linking agents. Such products are rubber-like at room temperature, and are thus unsuitable for thermal shaping (DAS 1 166 464).

It has now been found that thermally deformable polyamide compositions, which have a softening range of at least 20°C, can be manufactured via the copolymerization or cocondensation of lactams, which have 6-12 C atoms in the lactam ring, in the presence of water, or alkaline catalysts and activators and optionally cross-linking agents if one polymerizes mixtures that comprise up to approximately 80 through approximately 98 wt% of caprolactam and up to approximately 2 through approximately 20 wt% of at least one lactam as the comonomer, which has 7-12 C atoms in the lactam ring, and optionally cross-linking agents, whereby the polymerization reaction can also take place in the absence of a cross-linking agent if more than approximately 5 wt%, and preferably more than approximately 10 wt% of comonomers, are present.

According to the process in accordance with the invention, compositions are obtained that can be processed further in an especially simple manner as a consequence of their large softening range, e.g. via extrusion or, in particular, low temperature molding. The products that are obtainable, for example molded objects that are manufactured from the compositions, exhibit practically no worsening of their physical properties such as strength, resistance to chemicals, and water uptake.

The polymerization reaction is preferably controlled in a way that is known as such, so that polymers are produced that are very sparingly soluble or insoluble. The products that are still soluble should preferably have a K value of at least 120 as measured using 0.5% solutions in formic acid (Fikentscher, Cellulosechemie 13 (1932) 60). If the comonomer or comonomers is/are present in the starting mixture in quantities of less than 10 wt%, and especially in quantities of less than approximately 5 wt%, then the use of a cross-linking agent is advantageous. If the comonomers are present in quantities of more than 10 wt%, then the process can also be carried out in the absence of a cross-linking agent. In this case, polymers can be manufactured with the desired properties even by maintaining relatively small catalyst concentrations and activator concentrations. These are to be understood to mean quantities that are between approximately 0.1 and approximately 0.5 mol%, whereas the quantities of catalyst

/2*

/3

* [The numbers in the right margin indicate the pagination of the original foreign text.]

and activator that are normally considered are between approximately 0.5 and approximately 1 mol%.

For example, one can proceed in such a way during the practical implementation of the process that cocondensates are manufactured with a large softening range, and these are extruded to give sheets that can be deformed in a simple manner by low temperature molding. In the same way, hollow objects can be manufactured by blowing.

It is an advantage to carry out the process in accordance with the invention in such a way that the polymerization reaction takes place in a mold with the accompanying formation of a sheet. The sheets that are obtained can then be directly deformed to an extent by low temperature molding, compression, or blowing.

Alkali metals or their lactam salts can be used as the alkaline catalysts in a way that is known as such. In addition, consideration can also be given to Grignard compounds or to organometallic compounds, such as butyllithium, triethylaluminum, etc. Isocyanates, urea derivatives, and 1,3-cyclobutanedione derivatives are preferably used as the cocatalysts or activators. In addition, use can be made of carbodiimides, carbamic acid derivatives, N-diarylaminates, etc.

Use can be made of e.g. methylene-bis-caprolactam or tri-isocyanates as the cross-linking agent. It is recommended that the cross-linking agent be used in quantities from approximately 0.5 wt% to approximately 7 wt% based on the total reaction mixture. In general, quantities of approximately 10 wt% are not exceeded.

/4

Example 1:

85 parts of caprolactam, 10 parts of laurolactam, and 5 parts of methylene-bis-caprolactam are polymerized with 0.2 parts of sodium and 1 part of hexamethylene-1,6-di-isocyanate in a mold in a way that is known as such to give a 2.5-mm-thick polyamide sheet. The softening range of the sheet lies between 189 and 295°C. The sheet, which had been cut to a size of 300 x 200 mm, is clamped in the frame of a vacuum-type low temperature molding machine and heated for 2 min by means of infrared emitters. The heating capacity of the emitters amounts to 150 W/dm² for the upper heating elements, and to 90 W/dm² for the lower heating elements; their separation from the polyamide sheet amount to 200 and 90 mm, respectively. The thermoelastic sheet is then drawn into a negative shape, whose dimensions amount to 78 mm, by applying a vacuum of 0.95 atmospheres. The deforming process is problem-free.

No noteworthy redeformation sets in upon reheating to 150°C. The molded component is not dissolved by formic acid or m-cresol but, rather, it merely swells in an incipient manner.

Example 2:

89 parts of caprolactam, 10 parts of laurolactam, and 1 part of methylene-bis-caprolactam are polymerized with 0.043 parts of sodium and 0.24 parts of hexamethylene-1,6-diisocyanate in a mold in a way that is known as such to give a 3-mm-thick polyamide sheet. The softening range of the sheet lies between 203 and 250°C. The sheet is heated and deformed as indicated in Example 1. The time of heating amounts to 145 sec. The deforming process is problem-free.

/5

Noteworthy deformation sets in only at temperatures above 150-160°C. The molded component takes up only approximately 8% of water at the most.

Example 3:

97 parts of caprolactam and 3 parts of methylene-bis-caprolactam are polymerized with 0.2 parts of sodium and 1 part of hexamethylene-1,6-diisocyanate in a known way to give a 3.5-mm-thick polyamide sheet. The softening range of the sheet lies between 209 and 250°C. The sheet is heated and deformed as indicated in Example 1. The time of heating amounts to 160 sec. The deforming process is problem-free.

Noteworthy redeformation sets in only at temperatures above 150-160°C.

Example 4:

90 parts of caprolactam and 10 parts of laurolactam are polymerized with 0.2 parts of sodium and 1.6 parts of triphenylmethane-4,4',4"-triisocyanate in a known way in a mold to give a 2.5-mm-thick sheet. The softening range of the sheet lies between 200 and 240°C. The sheet is cut to a size of 370 x 250 mm, and then clamped in the frame of a vacuum-type low temperature molding machine. Heating takes place by means of infrared emitters with a heating capacity of 260 W/dm², whereby these emitters are arranged 200 mm above the frame. The sheet is turned after a time or irradiation of 120 sec, and then it is irradiated once again on the other side for 70 sec. The thermo-elastic sheet is then drawn over a positive mold, which has dimensions of 300 x 120 x 100 mm, by applying a vacuum. The deforming process is problem-free.

/6

The molded component is not soluble in conventional polyamide solvents such as formic acid, sulfuric acid, or m-cresol but, rather, it is merely capable of swelling.

In the above examples, thermal shaping was undertaken by means of vacuum-type low temperature molding with the attendant heating of the deforming polyamide sheets via infrared emitters. Naturally, heating can also take place in any other desired manner with the proviso that the time of heating is as short as possible, so that the harmful effects of atmospheric oxygen do not become noticeable. In this way, the polyamide sheets can be heated in an incipient manner, e.g. between heated metal plates, in baths of liquid metals or even by means of a high frequency

heating unit. The deformation process can be undertaken with compressed air or a die instead of evacuation.

Example 5:

90 parts by weight of caprolactam, 5 parts by weight of capryl lactam, and 5 parts by weight of laurolactam are polymerized with 0.043 parts by weight of sodium and 0.24 parts by weight of hexamethylene-1,6-di-isocyanate to give a 3-mm-thick polyamide sheet. The polymer has a very high molecular weight since it is not dissolved by formic acid but merely strongly swollen in an incipient manner. The sheet is thermoelastic in the range of temperatures from 205-255°C, and it can be deformed with ease by means of a die. The molded component excels by virtue of its great toughness. No noteworthy redeformation sets in upon heating to 150-160°C.

/7

Example 6:

88 parts by weight of caprolactam, 10 parts by weight of laurolactam, and 2 parts by weight of methylene-bis-caprolactam are polymerized over a period of 24 h at 270°C in the presence of 0.5% ortho-phosphoric acid with the careful exclusion of atmospheric oxygen. A product is obtained that dissolves in formic acid upon mild heating. Viscosity measurements on 0.5% solutions result in a K value of 156.

The polymer has a large softening range from 201-265°C. The melt index amounts to 20 g/min at 230°C with a loading of 5 kp.

Claims

/8

1. Process for the manufacture of thermally deformable polyamide compositions, which have a softening range of at least 20°C, via the copolymerization or cocondensation of lactams, which have 6-12 C atoms in the lactam ring, in the presence of water, acidic catalysts, or alkaline catalysts and activators and optionally cross-linking agents, characterized by the feature that one polymerizes mixtures that comprise up to approximately 80 to approximately 98 wt% of caprolactam, and up to approximately 2 to approximately 20 wt% of at least one lactam as the comonomer, which has 7-12 C atoms in the lactam ring, and optionally cross-linking agents, whereby the polymerization reaction can also take place in the absence of a cross-linking agent if more than approximately 5 wt%, and preferably more than approximately 10 wt%, of comonomers are present.

2. Process in accordance with Claim 1, characterized by the feature that the cross-linking agent is used in quantities of approximately 0.5 wt% to approximately 7 wt%.